

# Microcontrollori sempre più efficienti e “comunicativi”

Gabriela Born  
Product Marketing Manager  
Famiglia XMC4000  
Infineon Technologies

La nuova linea di microcontrollori XMC4000 di recente introdotta da Infineon Technologies è stata ottimizzata per l'uso in un'ampia gamma di applicazioni industriali

Come tutte le grandi idee, anche quella di Infineon è molto semplice: abbinare il know-how acquisito nella progettazione di microcontrollori per applicazioni di controllo critiche in real-time con tutti i vantaggi intrinseci di un core standard. Da questa unione è nata la famiglia di microcontrollori a 32 bit XMC4000 (XMC è l'acronimo di “Cross-market Microcontrollers”) basata su un core ARM Cortex-M4 e destinata ad applicazioni industriali. Tra le applicazioni di riferimento di questa nuova linea di microcontrollori si possono annoverare azionamenti (drive) efficienti dal punto di vista energetico, energie rinnovabili, automazione di fabbrica e degli edifici. Obiettivo di questo articolo è esaminare le motivazioni che hanno indotto Infineon a sviluppare una determinata architettura, nonché illustrare la gamma di prodotti e gli elementi più innovativi di questa famiglia.

Per conseguire l'obiettivo di realizzare soluzioni efficienti in termini energetici, i dispositivi della linea XMC4000 possono

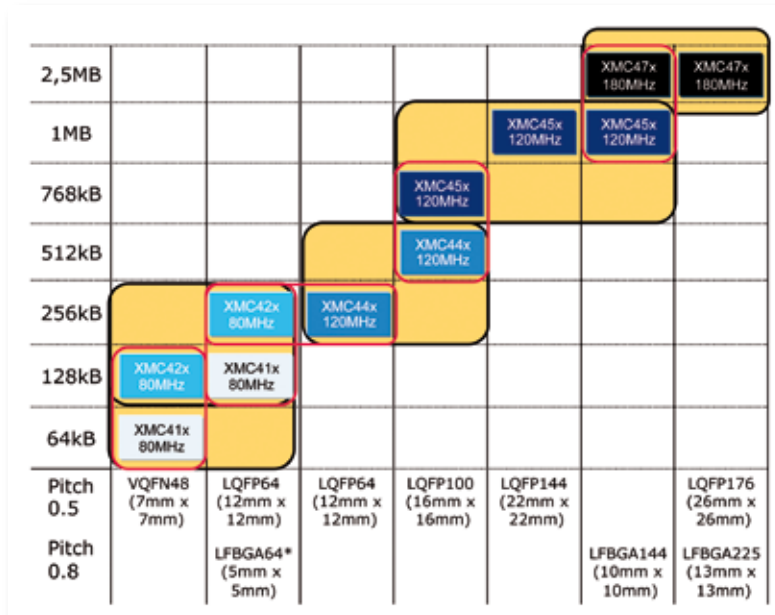


**Fig. 1 - Con la nuova famiglia XMC4000 composta da cinque serie di prodotti - la prima a essere introdotta sarà la serie XMC4500 - Infineon intende supportare le tre più importanti sfide che i microcontrollori utilizzati in applicazioni industriali devono affrontare: garantire una maggiore efficienza dei sistemi, migliorare la connettività tra i sistemi stessi e ridurre drasticamente la complessità del software**



sfruttare il collaudato insieme di periferiche configurabili di Infineon, la tecnologia flash embedded ad alta velocità, gli elevati standard qualitativi, il lungo ciclo di vita e la capacità di soddisfare i requisiti imposti dal funzionamento a temperature fino a +125°C, fattori questi ultimi di stretta derivazione dal settore automobilistico dove Infineon si è da lungo tempo imposta come fornitore di riferimento. A tutto ciò si aggiunge DAVE 3, la più recente evoluzione di DAVE - l'ambiente di sviluppo di Infineon che sfrutta un approccio decisamente innovativo per ridurre gli oneri legati allo sviluppo del software. In definitiva i progettisti di sistemi possono ora disporre di una piattaforma a elevate prestazioni con la quale realizzare le più disparate applicazioni industriali.

Con la nuova famiglia XMC4000 (Fig. 1) - la prima serie a essere introdotta sul mercato sarà la XMC4500 - Infineon intende supportare in maniera concreta ed efficace le tre più importanti sfide che i microcontrollori utilizzati nei settori degli azionamenti industriali, dell'automazione e delle energie rinnovabili devono affrontare: garantire una maggiore efficienza dei sistemi, migliorare la connettività tra i sistemi stessi e ridurre drasticamente la complessità del software che negli odierni progetti tende ad aumentare in maniera esponenziale.



plici quali UART, SPI, IO-Link o protocolli di tipo proprietario che abbinano doti di affidabilità a costi contenuti. Nel caso siano richieste ampiezze di banda più elevate, Ethernet real-time potrebbe essere un valido candidato, anche se al momento attuale è penalizzato dal fatto che esistono troppe versioni e manca quindi uno standard unico e ben definito. Per quanto concerne invece la connettività con il mondo esterno, si possono distinguere due diversi scenari applicativi. Nel caso sia necessario scaricare o aggiornare codice in modo manuale è possibile utilizzare un'interfaccia ad alta velocità come USB o un'interfaccia SD/MMC per l'accesso a schede dati (data card). Nel caso invece di applicazioni di gestione di pro-

### Una maggiore efficienza energetica

Se da un lato si assiste a uno sforzo crescente per fornire energia ricavata da fonti rinnovabili, dall'altro il modo migliore per ridurre le emissioni di anidride carbonica è ridurre il consumo di potenza complessivo: per quanto concerne quest'ultimo aspetto, i motori elettrici rivestono un ruolo di cruciale importanza. In base ai risultati di uno studio condotto da VDE, gli azionamenti elettrici utilizzati in ambito industriale e negli elettrodomestici sono responsabili da soli del 50% del consumo di energia elettrica totale. Secondo VDE, l'adozione di motori trifase più efficienti nel range di potenza compreso tra 1,1 e 37 kW rappresenterebbe la modalità più efficace per risparmiare energia elettrica.

Sono parecchie le modalità secondo le quali un microcontrollore può contribuire a questo miglioramento. Se prestazioni di elaborazione più spinte supportano cicli di controllo più rapidi e algoritmi più avanzati, la presenza di periferiche ottimizzate consentono misure più veloci e accurate di segnali analogici e una generazione più veloce e appropriata di segnali PWM. La nuova famiglia di microcontrollori a 32 bit XMC4000 integra tutte queste caratteristiche e consente quindi lo sviluppo di progetti molto efficienti in termini energetici.

### Connettività migliorata

La seconda sfida da affrontare è il miglioramento della connettività dei sistemi industriali. Un trend che si sviluppa secondo due direttrici: connettività in real-time all'interno del sistema e connettività con il mondo esterno. Per quanto concerne il primo aspetto, sono oramai ampiamente diffusi standard sem-

	High-end				Low-end
	XMC4700*	XMC4500	XMC4400	XMC4200	XMC4100
Core	ARM® Cortex™-M4F				
CPU frequency (at 125 °C)	180 MHz	120 MHz	120 MHz	80 MHz	80 MHz
Co-processor	Floating Point Unit				
Flash size	2.5 MB	1 MB	512 kB	256 kB	128 kB
RAM size	512 kB	160 kB	80 kB	40 kB	20 kB
Cache	6 kB	4 kB	4 kB	4 kB	4 kB

\* Under definition

Fig. 2a e 2b - La scalabilità è uno dei punti di forza della nuova famiglia XMC4000 di Infineon

cesso remoto, monitoraggio o manutenzione, Ethernet si sta imponendo come standard di riferimento.

### Riduzione della complessità software

Le due problematiche delineate in precedenza hanno contribuito ad aumentare i requisiti imposti al software. Sono ormai numerosi gli studi e le ricerche che identificano nella complessità del software uno dei più importanti problemi da affrontare nel corso dello sviluppo di sistemi embedded. Ciò è verso in special modo per le industrie di piccole e medie dimensioni che, ovviamente, possono contare su team di sviluppo composti da un numero limitato di persone. Stack di comunicazione, integrazione di sistemi operativi e riutilizzo di algoritmi ottimizzati sono le problematiche di più difficile risoluzione.

### Core ad alte prestazioni

Per i prodotti della serie XMC4000 Infineon ha deciso di utilizzare il core processore Cortex-M4 di ARM. La ragione principale che ha fatto preferire questo core rispetto al core M3 è la

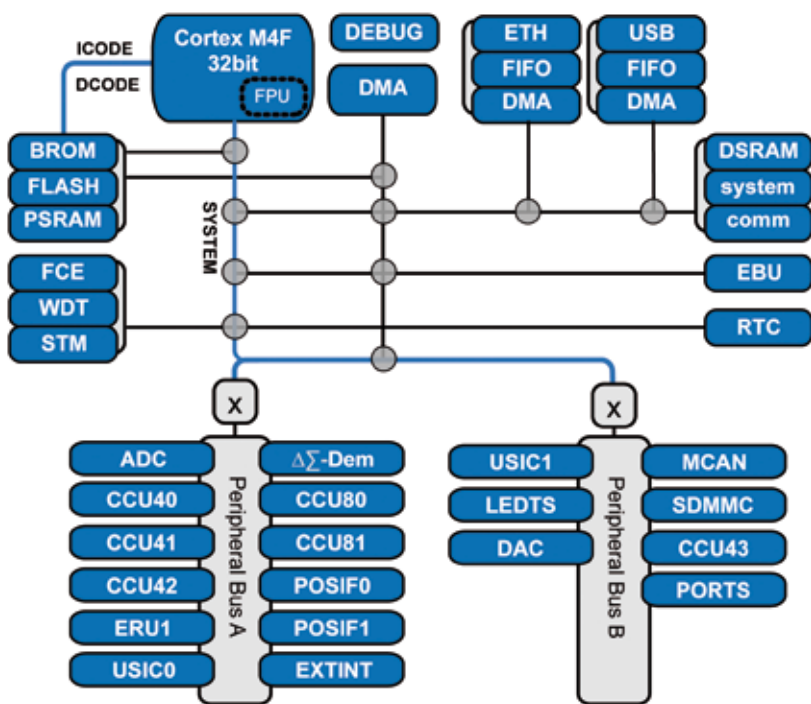


Fig. 3 – Tutti i membri di questa nuova famiglia condividono la medesima architettura base che prevede memorie flash ad alte prestazioni, una matrice di bus ad alta velocità e due bus per periferiche. La differenza è costituita essenzialmente dalle periferiche

disponibilità del supporto per istruzioni DSP e di una unità in virgola mobile (FPU - Floating Point Unit). Complessivamente, ciò ha permesso a Infineon di raddoppiare all'incirca le prestazioni di elaborazione rispetto a quelle offerte dalle proprie famiglie di microcontrollori basati sul core C166 a 16 bit, che fin dalla loro introduzione – avvenuta all'inizio degli anni '90 – si sono imposti come punti di riferimento per quel che concerne l'elaborazione real-time. Nel caso siano richieste prestazioni real-time ancora più spinte Infineon continua a investire nelle famiglie di prodotti basati su TriCore. Un significativo vantaggio della linea XMC4000 è rappresentato dalla disponibilità di un vasto ecosistema software sviluppato da terze parti per l'architettura Cortex M di ARM che viene ampiamente utilizzato come core standard.

#### Cinque serie con caratteristiche scalabili

La linea XMC4000 risulta composta dalle seguenti cinque serie: XMC4100, XMC4200, XMC4400, XMC4500 e XMC4700 (Fig. 2a). Tali serie si differenziano in termini di frequenza, memoria, numero di I/O, tipologia e disponibilità di periferiche (Fig. 2b). L'architettura base – che prevede una flash ad alte prestazioni, analoga a quella utilizzata nei microcontrollori TriCore qualificati per applicazioni automotive – la matrice di bus ad alta velocità e i due bus per le periferiche – è identica per tutti i membri della famiglia (Fig. 3). Le periferiche sono state ottimizzate per la programmazione software ad alto livello. Esse sono basate su blocchi hardware flessibili che possono

essere configurati via software per soddisfare in modo ottimale le esigenze di una specifica applicazione. L'intera famiglia XMC4000 è stata quindi concepita per garantire scalabilità e compatibilità tra i diversi membri, semplificando al massimo la migrazione tra le diverse serie. L'eccitatore del revolver e il demodulatore sigma-delta integrati sono esempi di caratteristiche veramente uniche che contribuiscono a ridurre costi e complessità dei sistemi.

#### Periferiche attente ai consumi

La serie XMC4000 può vantare un gran numero di periferiche innovative (Fig. 4), come ad esempio un timer progettato a partire da zero per la generazione del segnale PWM che consente un efficace controllo di tutti i tipi di inverter e di motore. Questa nuova periferica è il frutto del know-how e dell'esperienza acquisita da Infineon nella progettazione dei timer: l'unità CCU6, che Infineon ha introdotto una decina di anni fa per il proprio portafoglio di prodotti a 16 bit è ancora ai vertici della propria categoria per

quanto riguarda il controllo di motori elettrici. L'unità GPTA presente nei dispositivi TriCore è una delle migliori nella sua categoria per il controllo del motore. Sulla scorta delle esperienze acquisite Infineon ha sviluppato moduli timer migliorati per applicazioni industriali. Di seguito vengono evidenziati caratteristiche e vantaggi dei nuovi moduli timer CCU4 e CCU8. Essi sono composti da parecchi "slice" identici operanti in modalità "capture/compare" che possono essere concatenati in modo semplice. I loro set di registri e la simmetrica hardware consentono di mappare senza problemi strutture di dati ad alto livello o ri-allocare il codice da un'unità all'altra. Le strutture hardware simmetriche e ripetitive consentono il riutilizzo del software tra i diversi timer slice. Tra le altre migliorie apportate a livello di caratteristiche da segnalare la modulazione PWM con dithering (modulazione del duty-cycle) per garantire una risoluzione più elevata e un miglioramento in termini di emissioni elettromagnetiche, un pre-scaler flottante, generazione PWM asimmetrica, generazione del tempo morto asimmetrica per i fronti di salita e di discesa e molte altre ancora. Le serie XMC4400 e XMC4200 conterranno un'unità PWM con risoluzione di 150ps. Si tratta di una periferica dedicata che permette di ottenere una maggiore efficienza energetica nella conversione di potenza, come richiesto negli alimentatori o negli inverter per applicazioni fotovoltaiche.

Sono altresì disponibili un massimo di due moduli di interfaccia di posizionamento per supportare encoder in quadratura, sensori a effetto Hall o dispositivi che forniscono informazioni

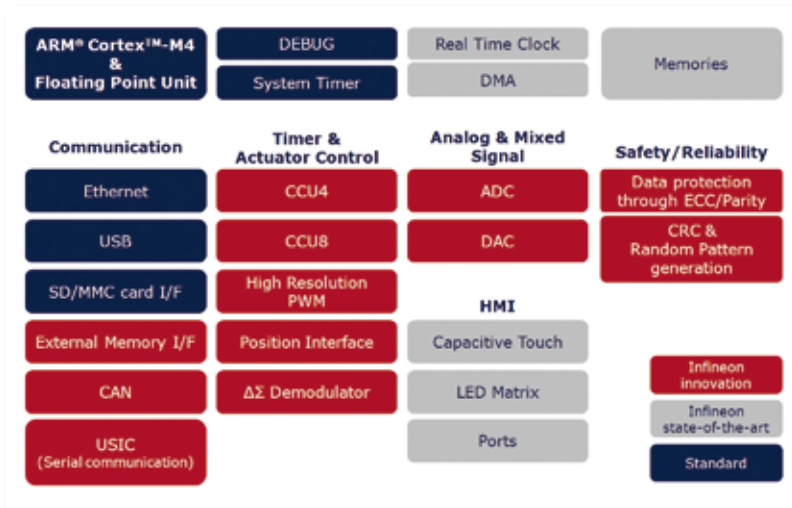


Fig. 4 - La linea XMC4000 può vantare significative innovazioni a livello di periferiche, tra cui quattro convertitori A/D a 12 bit paralleli, demodulatori delta sigma e nuovi timer (CCU4/CCU8)

di posizionamento multicanale. Questa unità prevede funzioni di filtraggio dell'ingresso, rilevazione dei fronti e fornisce segnali di controllo per l'unità PWM.

La famiglia XMC4000 è dotata di un massimo di quattro convertitori A/D a 12 bit paralleli con tempo di campionamento di 70ns e tempo di conversione di 500ns. Complessivamente, questi quattro moduli ADC mettono a disposizione 26 canali di conversione A/D ad alta velocità.

Utilizzando un algoritmo di sovracampionamento è possibile aumentare la risoluzione a 14 bit. Questi ADC sono ottimizzati in modo da supportare un'ampia gamma di modalità di funzionamento autonomo che permettono di ridurre il numero di componenti esterni richiesti o ridurre il carico di lavoro del processore. Tra i numerosi esempi si possono citare modalità di comparazione veloce, rilevamento dell'attraversamento dello zero (zero crossing), conversione di più segnali in una sequenza programmabile, verifica dell'ammissibilità del segnale, arbitrato in caso di conversioni dell'iniezione, elaborazione dei dati dei risultati (filtraggio IIR/FIR) e così via. Nel caso sia richiesta una misura di conversione A/D di elevata precisione o con isolamento galvanico la serie XMC4000 mette a disposizione fino a quattro interfacce Delta-Sigma per demodulare e filtrare fino a un massimo di quattro flussi di dati. Grazie a queste funzionalità ADC ottimizzate la linea XMC4000 è in grado di soddisfare un'ampia gamma di esigenze in applicazioni di controllo degli inverter nei motori elettrici e delle energie rinnovabili.

### Ottimizzati per il controllo degli inverter

La linea XMC4000 è ottimizzata per il controllo degli inverter negli azionamenti elettrici e nei sistemi a energie rinnovabili (Fig. 5). Il miglioramento dell'efficienza degli inverter richiede la misura simultanea di correnti trifase, oltre alla contemporanea misura delle correnti di ingresso o di altri parametri ambientali. I nuovi microcontrollori di Infineon sono in grado di soddisfare questa esigenza grazie alla presenza di un massimo di quattro convertitori A/D paralleli. Questi dispositivi non sono solamente molto veloci (3,5 milioni di campioni al secondo), ma possono anche effettuare la post-elaborazione dei dati con filtri digitali per implementare, ad esempio, un algoritmo di sovracampionamento in hardware. Ciò da un lato permette di alleggerire il carico di lavoro della CPU e dall'altro di migliorare le prestazioni in tempo reale in quan-

to le periferiche possono operare senza alcun sovraccarico dal punto di vista del software. Per le misure delle correnti isolate galvaniche è invece disponibile un demodulatore delta-sigma integrato. Grazie a questo approccio è possibile ridurre il costo di sistema quando si opera con un ADC delta-sigma isolato esterno in quanto, a differenza di ciò che avviene ora, è possibile eliminare il ricorso a ulteriore circuito integrato di interfaccia.

Oltre ai convertitori A/D a 12 bit operanti a elevate velocità, la nuova famiglia XMC4000 integra i timer e le unità PWM più avanzate per garantire una maggiore efficienza degli azionamenti. Uno dei punti di forza di tutte le linee di microcontrollori

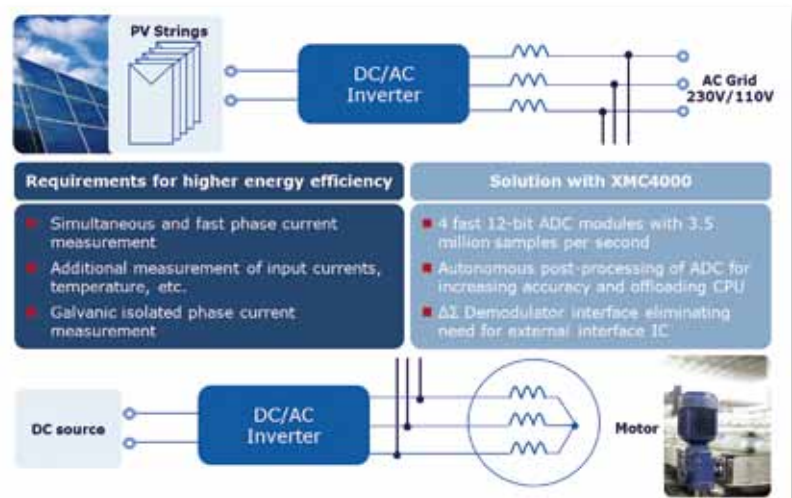


Fig. 5 - la linea XMC4000 è ottimizzata per il controllo degli inverter presenti negli azionamenti elettrici e nei sistemi a energie rinnovabili

di Infineon è la stretta interazione esistente tra le unità di generazione dei segnali PWM e i convertitori A/D.

Si tratta di una funzione chiave nel controllo dei motori elettrici in quanto riduce in maniera significativa il carico di interrupt per il processore e contribuisce a migliorare il tempo di reazione.

Nel corso dello sviluppo della linea XMC4000, tali funzionalità sono state oggetto di ulteriori migliorie: invece di connessioni hardware fisse è presente una matrice di connessione che permette di effettuare collegamenti in maniera del tutto simile a quella prevista per un FPGA tra differenti segnali di trigger di ingresso e di uscita dei moduli hardware.

### Connettività a tutto campo

In considerazione della sempre maggiore importanza assunta dalla connettività, la famiglia XMC4000 supporta un gran numero di standard di comunicazione (Fig. 6). La connettività con il livello di amministrazione e manutenzione viene stabilita attraverso periferiche SD/MMC, Ethernet e USB OTG. USB è disponibile in diverse versioni sulle differenti serie: high-speed/full-speed, host/device. Ethernet supporta la funzionalità di time-stamping (marcatura temporale) prevista da IEEE 1588 che consente l'implementazione software di Ethernet real-time. Per la connettività all'interno di un sistema embedded sono disponibili un massimo di 3 nodi MultiCAN e 6 canali di interfaccia seriale universale. Estremamente flessibili, entrambi questi moduli hardware consentono di alleggerire il carico di lavoro della CPU effettuando operazioni di filtraggio preventivo o bufferizzazione dei messaggi. I canali di interfaccia seriali universali possono essere liberamente definiti tramite software per implementare uno dei seguenti standard: UART, SPI, Quad-SPI, IIC, IIS e LIN. Tutto ciò si traduce in un maggior grado di flessibilità per i progettisti hardware e software e nella possibilità di realizzare soluzioni a livello di piattaforma scalabili e disponibili sul lungo periodo. Per quanto concerne invece le memorie esterne e gli I/O mappati in memoria (memory-mapped) la linea XMC4000 mette a disposizione interfacce per bus esterno parallele ad alta velocità.

### Una tool chain completa

Oltre a un gran numero di tool di sviluppo commerciali forniti da terze parti, Infineon propone a titolo gratuito DAVE3, un framework software basato su Eclipse. Questa nuova versione di DAVE integra una tool-chain gratuita e un generatore di codice automatico espandibile, in modo da semplificare l'utilizzo di componenti software predefiniti che possono essere selezionati e abbinati in modo grafico. Questo nuovo approccio, in netto

	XMC4700*	XMC4500	XMC4400	XMC4200	XMC4100	
Communication	IEEE 1588 Ethernet MAC	2x	1x	1x		
	USB	HS OTG	FS OTG	FS OTG	FS DEV	FS DEV
	SD/MMC	✓	✓			
	Serial channels (UART, SPI, I <sup>2</sup> C, I <sup>2</sup> S)	6x	6x	4x	4x	4x
	Ext. Memory I/F	✓	✓			
	CAN	3x	3x	2x	1x	1x
	Touch Button	✓	✓	✓	✓	✓

\* Under definition

Fig. 6 - La famiglia XMC4000 supporta un'ampia gamma di standard di comunicazione

contrasto con quello comunemente adottato che prevede l'uso di librerie e di esempi di codice, comporta numerosi vantaggi tra cui possibilità di operare a un livello di astrazione software più elevato e maggiore semplicità di integrazione e manutenzione. Si tratta di una piattaforma aperta che assicura la massima semplicità di adattamento e di espansione, come ad esempio l'aggiunta di applicazioni di terze parti sfruttando un kit SDK. L'App Store (ovvero il "negozio virtuale") di DAVE mette a disposizione di una comunità di sviluppatori in continuo aumento una gamma di risorse veramente ampie: driver di basso livello collaudati, RTOS, stack software e applicazioni di livello più alto possono essere scaricate e condivise. Mentre l'obiettivo principale è fornire componenti software gratuiti, DAVE3 è anche in grado di integrare componenti software commerciali forniti da terze parti. Oltre a compilatori, linker, debugger e flash loader gratuiti, sono anche disponibili plug-in (ovvero applicazioni che permettono di ampliare le funzionalità di un programma) sviluppate dai costruttori di tool commerciali. Ciò permette agli utenti di sfruttare al meglio i benefici intrinseci di questo concetto: rimanere all'interno di un ambiente di sviluppo integrato familiare sfruttando appieno la funzionalità di generazione automatica di codice di DAVE 3.

### Disponibilità

I campioni della prima serie - XMC4500 - sono già disponibili dal mese di agosto dello scorso anno. Dopo una fase di collaudo esaustiva condotta presso i principali clienti, i campioni sono stati consegnati a partire dallo scorso mese di marzo. In concomitanza sono stati resi disponibili DAVE3, un'ampia gamma di tool realizzati da terze parti e kit di valutazione. La produzione in volumi è prevista invece per il secondo trimestre di quest'anno. Le serie XMC4400, XMC4200, XMC4100 saranno in produzione a partire dal primo trimestre del prossimo anno, mentre i primi campioni verranno consegnati entro il quarto trimestre del 2012. Ulteriori informazioni sulla serie XMC4000 e di tutti i modelli disponibili, esempi applicativi informazioni circa gli ordini sono reperibili all'indirizzo: [www.infineon.com/xmc](http://www.infineon.com/xmc). DAVE può essere scaricato all'indirizzo: [www.infineon.com/dave](http://www.infineon.com/dave). ■